Федеральное агентство по сельскому хозяйству
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»
Кафедра информатики

Практикум по использованию MS EXCEL в экономике и финансах

Для студентов экономического факультета следующих специальностей:
06.05.00 – бухгалтерский учет, анализ и аудит,
06.04.00 – финансы и кредит.
06.08.00 – экономика и управление на предприятиях АПК

Утверждено
методической комиссией
экономического факультета
протокол № 13 от 17.05.05г.

Мичуринск 2005 г.

Методическое пособие составлено старшим преподавателем кафедрой информатики *Н.И.Федоряка Э.Н. Аникьевой*, на основании типовой учебной программы для высших учебных сельскохозяйственных заведений по специальности 060800 – Экономика и управление аграрным производством /Москва – Издательство МСХА, 1996 г. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования: специальность 060400 – Финансы и кредит, квалификация: экономист; специальность 060500 – Бухгалтерский учет, анализ и аудит, квалификация: экономист; специальность 060800 – Экономика и управление на предприятиях, квалификация: экономист-менеджер./ Министерство образования Российской Федерации, 2000 г.

Рецензент: ст. преподаватель кафедры математического моделирования экономических систем *Ширяева Г.Б.*

Рассмотрено на заседании кафедры информатики:
протокол №46 от 14.04.05г.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛИТЕРАТУРА

1. Microsoft Excel 2000 – руководство пользователя.- Microsoft, 2002 г.
2. Степаненко В.А. MS EXCEL в экономике и финансах, 2004 г.

ВВЕДЕНИЕ

Успех в современном бизнесе и менеджменте во многом опирается на оперативный анализ экономической ситуации и выбор альтернативного решения из возможных альтернатив. В методическом пособии представлены разнообразные примеры, демонстрирующие возможности EXCEL по выполнению экономических расчетов и составлению финансовой документации.

1.Составление простейших отчетных ведомостей

Прежде чем обратиться к примерам составления отчетных ведомостей, рассмотрим средство создания списков, которое очень ускоряет и облегчает создание таблиц в Excel. На рис. 1 приведены примеры допустимых списков.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Май	Пн	Янв	Понедельник	1-й квартал	ЭКСПО 87	ЭКСПО 87	1 Мая	01.03.98
2	Июнь	Вт	Фев	Вторник	2-й квартал	ЭКСПО 88	ЭКСПО 89	2 Мая	02.03.98
3	Июль	Ср	Мар	Среда	3-й квартал	ЭКСПО 89	ЭКСПО 91	3 Мая	03.03.98
4	Август	Чт	Апр	Четверг	4-й квартал	ЭКСПО 90	ЭКСПО 93	4 Мая	04.03.98
5	Сентябрь	Пт	Май	Пятница	1-й квартал	ЭКСПО 91	ЭКСПО 95	5 Мая	05.03.98
6	Октябрь	Сб	Июн	Суббота	2-й квартал	ЭКСПО 92	ЭКСПО 97	6 Мая	06.03.98
7	Ноябрь	Вс	Июл	Воскресенье	3-й квартал			7 Мая	07.03.98
8	Декабрь	Пн	Авг						
9		Вт							

Примеры списков / Лист1 / Лист2 / Лист3

Готово NUM

Рисунок 1 – Примеры списков

Для создания любого из приведенных списков, за исключением столбца G, достаточно ввести в ячейку первый элемент списка, выделить ячейку, установить указатель мыши на маркер заполнения ячейки и протащить его вдоль столбца (строки) до тех пор, пока не будет создан требуемый ряд На вкладке **Списки** (Custom Lists) диалогового окна **Параметры** (Options (рис. 2), открываемого командой **Сервис, Параметры** (Tools, Options) приведены встроенные в Excel списки, которые представляют собой последовательности названий месяцев и дней недели.

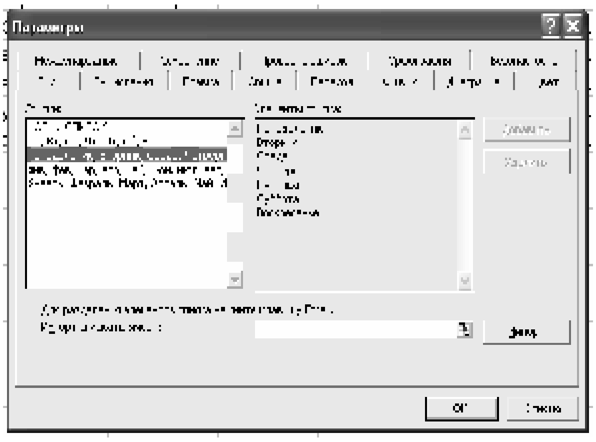


Рисунок 2 **–** Вкладка **Списки** диалогового окна **Параметры**

Используя вкладку **Списки** (Custom Lists), можно создавать пользовательские списки. Элементы списка пользователя надо ввести в поле **Элементы списка** (List Entries), причем каждый элемент вводится с новой строки. Если нажать кнопку **Добавить** (Add), то созданный список будет занесен в библиотеку списков. Список можно также добавить и непосредственно с рабочего листа, указав в поле **Импорт списка из ячеек** (Import List from Cells) диапазон, из которого импортируется список.

Кроме стандартных списков, занесенных в библиотеку, Excel позволяет легко создавать по приведенному выше алгоритму последовательности с текстом и порядковыми номерами (рис. 1, столбцы **E, F** и **H**). Если номера меняются с шагом, отличным от единицы, необходимо в две соседние ячейки ввести первые два члена последовательности, например, экспо 87 в **G1** и экспо 89 в **G2**, затем выделить диапазон **G1:G2**, установить указатель мыши на маркер заполнения диапазона и протащить его вдоль столбца до тех пор, пока не будет создан требуемый ряд.

Перед началом создания первой отчетной ведомости рассмотрим синтаксис трех функций, наиболее часто встречающихся при расчетах в таблицах: **СУММ, СРЗНАЧ** И **РАНГ.**

Функция **СУММ (SUM)** находит сумму чисел из указанного диапазона ячеек. Синтаксис:

СУММ(число1; число2; ...)

где число1, число2, ... — числа, которые суммируются.

Функция **СРЗНАЧ (AVERAGE)** находит среднее значение чисел из указанного диапазона ячеек.

Синтаксис:

СРЗНАЧ(число1; число2; ...)

Аргументы — те же, что и у функции СУММ.

Функция **РАНГ (RANK)** возвращает ранг числа в списке чисел. Ранг числа — это его величина относительно других значений в списке. (Если список отсортировать, то ранг числа будет его позицией).

Синтаксис:

РАНГ(число; ссылка; порядок)

Аргументы:

число Число, для которого определяется ранг

ссылка Массив или ссылка на список чисел. Нечисловые значения в ссылке игнорируются порядок Число, определяющее способ упорядочения. Если порядок равен О или опущен, то Excel определяет ранг числа так, как если бы ссылка была списком, отсортированным в порядке убывания. Если порядок — любое ненулевое число, то Excel определяет ранг числа так, как если бы ссылка была списком, отсортированным в порядке возрастания

Отметим, что функция РАНГ присваивает повторяющимся числам одинаковый ранг.

Вооружившись навыками работы со списками и знаниями о функциях СУММ, СРЗНАЧ и РАНГ перейдем к созданию двух отчетных таблиц.

Первый пример.

Сначала обсудим, как создать отчетную ведомость о результатах работы сети магазинов, приведенную на рис. 3.

В ячейку E4 введем формулу

=СУММ(B4:D4)

которую с помощью маркера заполнения протащим на диапазон E4.E9.

В ячейку B10 введем формулу

=СУММ(B4:B9)

которую протащим на диапазон B10:E10.

В ячейку G4 введем формулу

=СРЗНАЧ(B4:D4)

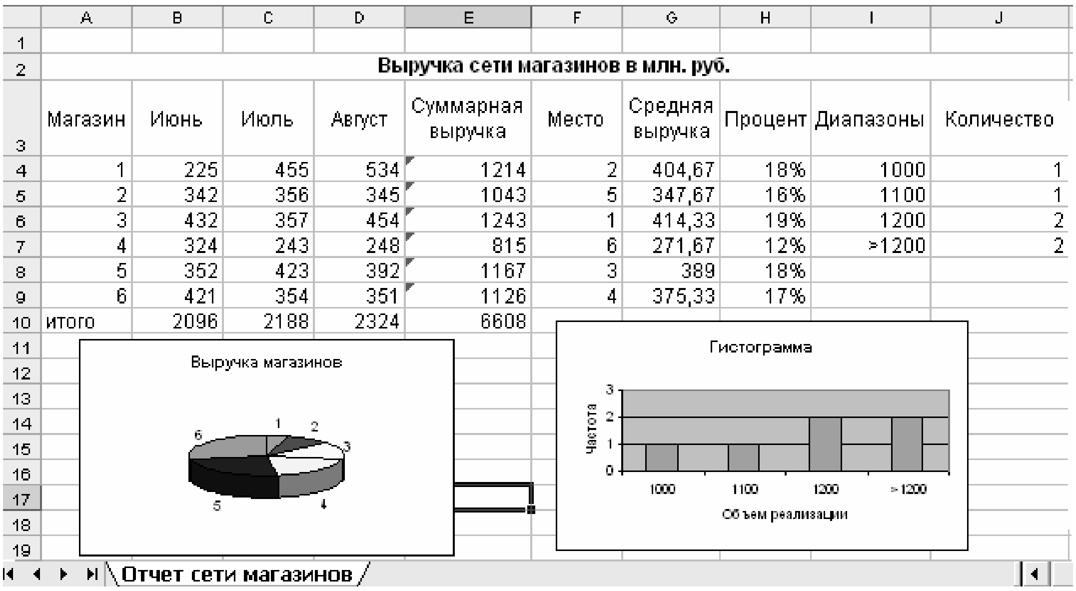
которую протащим на диапазон G4.G9.

В ячейку H4 введем формулу

=E4/$E$10

которую протащим на диапазон H4.H9. После чего диапазону ячеек H4:H9 назначим формат с помощью кнопки %|.

Заметим, что знак $, стоящий перед буквой в имени ячейки, дает абсолютную ссылку на столбец с данным именем, а знак $, стоящий перед цифрой в имени ячейки, дает абсолютную ссылку на строку с этим именем. Поэтому если в формуле буква, входящая в имя ячейки, окружена с двух сторон знаками $, это означает, что в формуле дается не относительный, а абсолютный адрес ячейки, т. е. адрес, не подлежащий изменению при протаскивании формулы.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	Выручка сети магазинов в млн. руб.									
3	Магазин	Июнь	Июль	Август	Суммарная выручка	Место	Средняя выручка	Процент	Диапазоны	Количество
4	1	225	455	534	1214	2	404,67	18%	1000	1
5	2	342	356	345	1043	5	347,67	16%	1100	1
6	3	432	357	454	1243	1	414,33	19%	1200	2
7	4	324	243	248	815	6	271,67	12%	>1200	2
8	5	352	423	392	1167	3	389	18%		
9	6	421	354	351	1126	4	375,33	17%		
10	итого	2096	2188	2324	6608					

Рисунок 3 – Отчетная ведомость о работе сети магазинов за июнь — август

Для ввода в формулу абсолютного адреса ячейки достаточно после ввода ее относительного адреса нажать клавишу <F4>. Если бы в ячейку H4 была введена формула =E4/E10, то ее протаскивание на ячейки H5:H9 привело бы к неверному результату. Присвоение ячейке имени с помощью команды **Вставка, Имя, Присвоить** (Inset, Name, Define) дает другой способ абсолютной адресации ячейки. Например, если бы ячейке E10 было присвоено имя *Итого*, то в ячейку H4 можно было бы ввести формулу

=E4/*Итого*

которую затем протаскиваем на диапазон H4:H9.

Для нахождения места магазина по объему продаж введем в ячейку F4 формулу

=РАНГ(E4;$E$4:$E$9)

которую протаскиваем на диапазон F4:F9.

С помощью функции ЧАСТОТА (FREQUENCY) подсчитаем для данного множества суммарных выручек магазинов, сколько значений попадает в интервалы от 0 до 1000, от 1001 до 1100, от 1101 до 1200 и свыше 1201 млн. руб. С этой целью в диапазон ячеек 14:16 введем верхние границы этих интервалов 1000, 1100 и 1200, соответственно, а в диапазон ячеек J4:J7 введем формулу

{=ЧАСТОТА(E4:E9;14:16)}

Данная формула выведет в ячейку J4, сколько значений находится в интервале от 0 до 1000, в ячейку J5 — от 1001 до 1100, в ячейку J6 — от 1101 до 1200, в ячейку J7 — сколько значений будет не меньше 1201.

Функция **ЧАСТОТА** возвращает распределение частот в виде вертикального массива. Для данного множества значений и данного множества карманов (интервалов, в математическом смысле) частотное распределение подсчитывает, сколько исходных значений попадает в каждый интервал.

Синтаксис:

ЧАСТОТА (массив_данных; массив_карманов)

Аргументы:

массив_данных

Массив или ссылка на множество данных, для которых вычисляются частоты; если массив_данных **не содержит значений, то функция** ЧАСТОТА **возвращает массив нулей**

массив_карманов

Массив или ссылка на множество интервалов, в которые группируются значения аргумента массив_данных; **если** массив_карманов **не содержит значений, то функция** ЧАСТОТА **возвращает количество элементов в аргументе** массив_данных

Частоты можно также вычислить, воспользовавшись диалоговым окном **Анализ данных** (Data Analysis), которое открывается командой **Сервис, Анализ данных** (Tools, Data Analysis). Средство анализа данных является одной из надстроек Excel. Если в меню **Сервис** (Tools) отсутствует команда **Анализ данных** (Data Analysis), то для ее установки нужно выполнить команду **Сервис, Надстройки, Analysis ToolPak** (Tools, Add-ins, Analysis ToolPak).

После выбора пункта **Гистограмма** (Histogram) в диалоговом окне **Анализ данных** (Data Analysis) откроется диалоговое окно **Гистограмма** (Histogram) (рис.4).

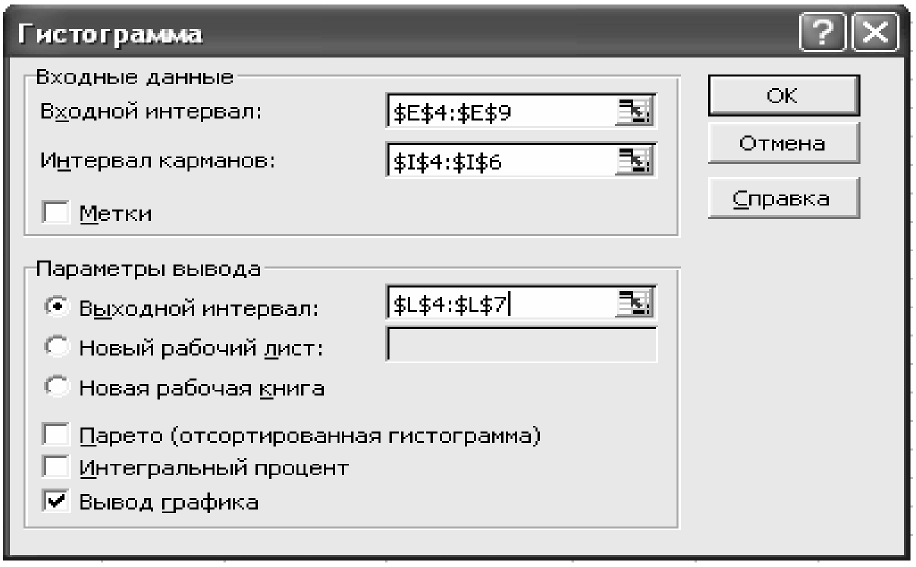


Рисунок 4 – Диалоговое окно **Гистограмма**

В поле **Входной интервал** (Input Range) введем диапазон E4:E9 по которому строим гистограмму. В поле **Интервал карманов** (Bin Range) введем диапазон 14:16 со значениями верхних границ интервалов. Гистограмма строится на новом рабочем листе или на текущем листе с указанием диапазона ячеек для результата. В данном случае в поле ввода **Выходной интервал** (Output Range) введем диапазон L4:L7. На рис. 5 приведен результат построения гистограммы.

Второй пример. Рассмотрим еще один пример составления отчетной ведомости, в которой по объему реализованных товаров рассчитывается итоговая выручка (рис. 6).

В ячейки А24:С24 введены стоимости трех различных товаров, а в ячейки B27:D29 — объемы их реализации по месяцам. Для того чтобы вычислить суммарную стоимость реализованных товаров по месяцам, введем в ячейки E27:E29 формулу

{=МУМНОЖ(B27:D2 9;ТРАНСП(A24:C24)}

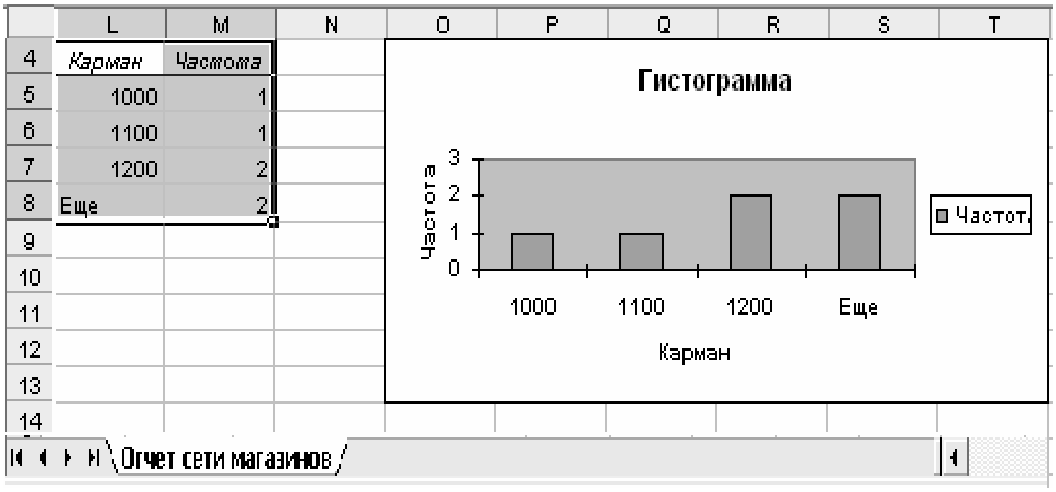


Рисунок 5 – Результат построения гистограммы

Отметим, что данную таблицу можно было заполнить и без привлечения матричных формул. Можно ввести в ячейку E27 формулу

=СУММПР0ИЗВ(B27:D27;$A$2 4:$C$24)

и протащить ее на диапазон E27:E29. Функция СУММПРОИЗВ (SUMPRODUCT) вычисляет сумму произведений элементов указанных диапазонов ячеек.

При построении гистограммы (рис. 6) в поле ввода первого диалогового окна **Мастер диаграмм** (Cart Wizard) введите диапазоны A27:A29; E27:E29. Напоминаем, что для одновременного выделения диапазонов, которые не примыкают друг к другу, сначала необходимо выделить первый диапазон, а потом при нажатой клавише <Ctrl> — второй.

	A	B	C	D	E
22	Стоимость товара (руб.)				
23	Товар 1	Товар 2	Товар 3		
24	223	423	123		
25	Объем реализации товара, шт.				
26	Месяц	Товар 1	Товар 2	Товар 3	Итого, руб.
27	Май	41	43	65	35327
28	Июнь	34	24	34	21916
29	Июль	42	54	45	37743

Отчетная ведомость

Рисунок 6 - Расчет итоговой выручки по объему реализации

2.Отчетная ведомость по расчету просроченных платежей

Рассмотрим пример составления отчетной ведомости фирмы, продающей компьютеры, позволяющей определить количество и сумму просроченных клиентами платежей (рис. 7).

Дата переучета введена в ячейку F2 с помощью формулы

=ДАТА(98;7;31)

Функция ДАТА (DATE) возвращает дату в числовом формате. Синтаксис:

ДАТА(год; месяц; день)

Аргументы:

год **Число от 1900 до 2078**

месяц Число, представляющее номер месяца в году. Если оно больше 12, то прибавляется к первому месяцу указанного года. Например, **ДАТА (96; 14; 2)** возвращает числовой формат даты 2 февраля 1997 года

день Число, представляющее номер дня в месяце. Если оно **больше** числа дней в указанном месяце, то прибавляется к первому дню указанного месяца

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Название CPU	Цена	Дата продажи	Дата оплаты	Просрочка на дней	Дата переучета	Количество просроченных заказов	Срок просрочки, дней
2	AMD K5-100	67	12.06.98	12.06.98		31.07.98	3	до 29
3	Pentium I 233	98	12.06.98		49		2	от 30 до 39
4	Pentium II 233	209	14.06.98	14.06.98			4	свыше 40
5	Pentium II 234	182	14.06.98	20.06.98				
6	Pentium II 300	315	14.06.98		47			
7	Pentium II 333	403	17.06.98	17.06.98			Стоимость просроченных платежей	
8	Pentium II 266	209	18.06.98	21.07.98			945	до 29
9	Pentium II 266	209	19.06.98	19.07.98			276	от 30 до 39
10	AMD K5-100	67	20.06.98		41		2874	свыше 40
11	AMD K5-100	67	20.06.98		41			
12	Pentium II 266	209	20.06.98	20.06.98				
13	Pentium II 266	209	23.06.98		38			
14	AMD K5-100	67	24.06.98		37			
15	Pentium II 300	315	25.06.98	28.06.98				
16	Pentium II 266	209	25.06.98	25.06.98				
17	Pentium II 300	315	02.07.98		29			
18	Pentium II 300	315	02.07.98		29			
19	Pentium II 300	315	02.07.98	02.07.98				
20	Pentium II 300	315	03.07.98		28			
21								

Продажа

Рисунок 7 – Расчет просроченных платежей

В ячейку E2 введена формула, определяющая срок просрочки
=Если(D2 = 0;$F$2-C2;""),
которая протаскивается на диапазон E3:E20.

В ячейки G8, G9 и G10 введены следующие формулы:

{=СУММ((E2:E20>0)*(E2:E20<=29)*(B2:B20))}
{=СУММ((E2:E20>=30)*(E2:E20<=39)*(B2:B20))} {=СУММ((E2:E20>=40)*(B2:B20))}

вычисляющие суммарные стоимости просроченных оплат сроком до 29 дней, от 30 до 39 дней и свыше 40 дней.

Дадим пояснения к третьей из этих формул. Excel в формуле массива возвращает условие (E2:E20>=40) в виде массива, состоящего из 0 и 1, где 0 стоит на месте ячейки со значением меньше 40 и 1 — на месте ячейки со значением не меньше 40. Следовательно, данная формула вычисляет сумму произведений элементов массива (E2:E20>=40) (с единицами в случае просрочки на указанный срок и нулями — в противном случае) и массива B2:B20 (с ценами процессоров). Таким образом, третья формула возвращает суммарную стоимость заказов, просроченных не менее чем на 40 дней.

В ячейки G2, G3 и G4 введены формулы:

{=СУММ((E2:E20>0)*(E2:E20<=29))}
{=СУММ((E2:E20>=30)*(E2:E20<4
0))} =СЧЁТЕСЛИ(E2:E20;">=40")

вычисляющие количество просроченных оплат сроком до 29 дней, от 30 до 39 дней и свыше 40 дней.

Функция **СЧЁТЕСЛИ (COUNTIF)** возвращает количество ячеек внутри указанного интервала, удовлетворяющих заданному критерию.

Синтаксис:

СЧЁТЕСЛИ (интервал; критерий)

Аргументы:

интервал Интервал, в котором нужно подсчитать ячейки

критерий Критерий в форме числа, выражения или текста, который определяет, какие ячейки надо подсчитывать (например, критерий может быть выражен следующим образом: 17, "17", ">17","Компьютер")

3. **Пример отчетной ведомости по расчету затрат на производство**

Рассмотрим пример составления отчетной ведомости по расчету затрат на производство товара (рис. 8).

Предположим, что фирма производит CD-диски. Упаковка диска обходится фирме в 1 руб./шт., стоимость материалов — 4 руб./шт. Готовые диски фирма продает по цене 10 руб./шт.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Заказ, шт.	4500		Диски, шт.	Оплата, руб./шт.	Оплата, руб.	
2	Продажная цена, руб.	10		0	0,3	300	
3	Стоимость упаковки, руб./шт.	1		1000	0,4	400	
4	Стоимость материала, руб./шт.	4		2000	0,5	500	
5				3000	0,6	600	
6	Стоимость упаковки	4500		4000	0,7	350	
7	Стоимость материала	18000		5000	0,8	0	
8	Зарплата	2150					
9	Общие издержки	24650					
10	Прибыль	20350					
11							

CD-диски

Рисунок 8 – Расчет затрат на производство товара.

Технические возможности фирмы позволяют выпускать до 5 тысяч дисков в день. Оплата труда рабочих является сдельной и зависит от количества выпущенных дисков. За первую тысячу дисков оплата труда рабочих составляет 0,3 руб./шт., за вторую тысячу дисков — 0,4 руб./шт., за третью тысячу дисков — 0,5 руб./шт., за четвертую тысячу дисков — 0,6 руб./шт. и свыше 4000 дисков — 0.7 руб./шт.

Фирме поступил заказ на изготовление 4500 CD-дисков. Необходимо подсчитать суммарные издержки и прибыль от выполнения данного заказа.

Для упрощения чтения формул присвоим с помощью команды **Вставка, Имя, Присвоить** (Insert, Name, Define) диапазонам D2:D7, E2:E7, F2:F7 и ячейке B1, соответственно, имена:

ДискиШт

ОплатаРубШт

ОплатаРуб

ЗаказШт

Зарплата рабочих, в зависимости от объема выпущенных дисков, находится в диапазоне F2:F7 по формуле

{=ЕСЛИ(ЗаказШт-1000>ДискиШт;1000*ОплатаРубШт;
ЕСЛИ(ЗаказШт>ДискиШт;(ЗаказШт-ДискиШт)*ОплатаРубШт;0))}

Заметим, что имя диапазона или ячейки удобнее вводить в формулу из диалогового окна **Вставка имени** (Paste Name), которое открывается командой **Вставка, Имя, Вставить** (Insert, Name, Paste), что помогает избегать ошибок при вводе с клавиатуры (рис. 9).

Стоимость упаковки и материалов вычисляются в ячейках B6 и B7 по формулам

=B1*B3

=B1*B4

Зарплата, общие издержки и прибыль вычисляются в ячейках B8, B9 и B10 по формулам

=СУММ (ОплатаРуб)

=СУММ(B6:B8)

=B1*B2-B9

Расчет прибыли и затрат на производство закончен.

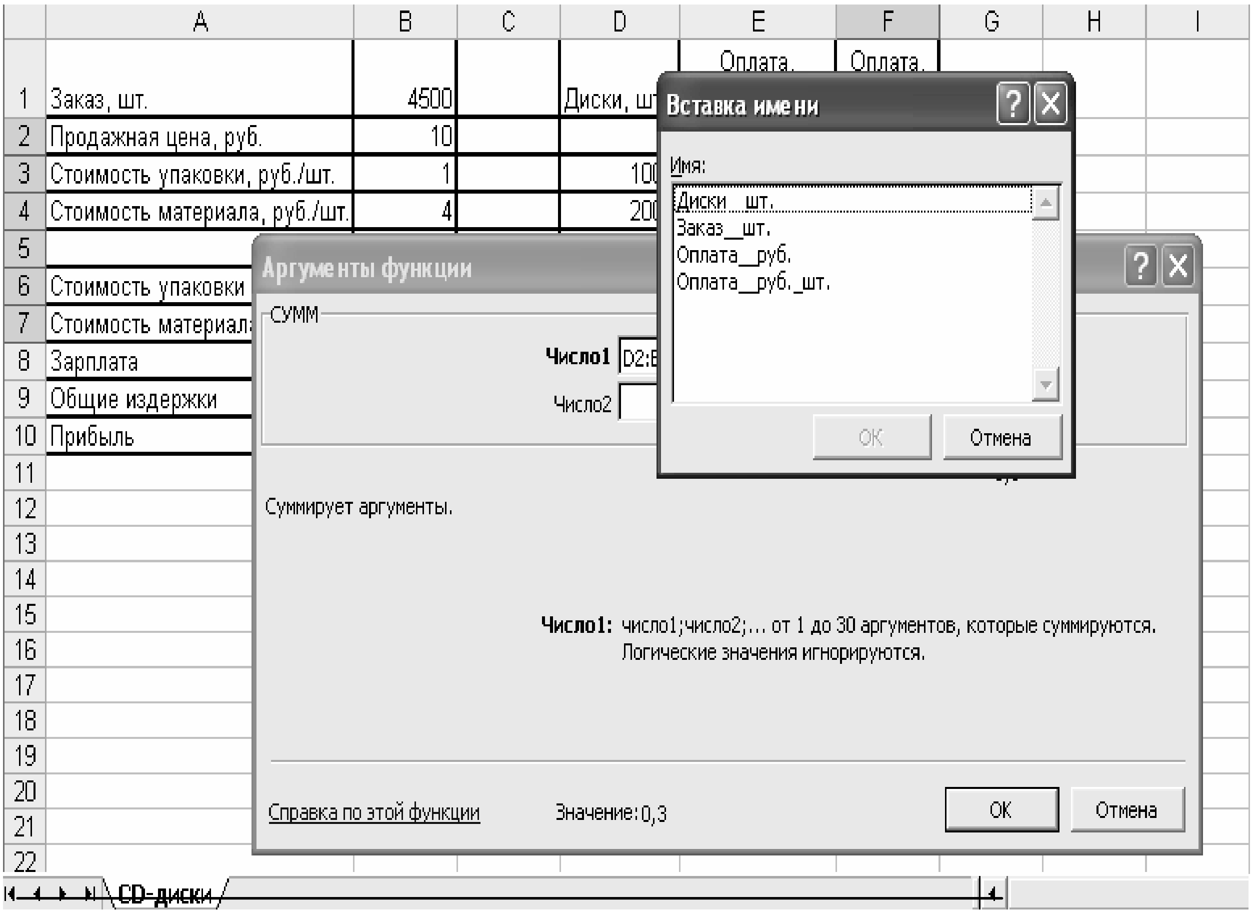


Рисунок 9 – Ввод имени в ячейку из диалогового окна Вставка имени

4. Планирование рекламной компании

Опишем функции МАКС (MAX) и ПОИСКПОЗ (MATCH), которые используются в дальнейшем при рассмотрении примера составления оптимального плана рекламной компании.

Функция **МАКС** возвращает максимальный элемент массива. Функция **поискпоз** возвращает относительную позицию элемента массива, который соответствует указанному значению. Функция **поискпоз** используется вместо функций типа **ПРОСМОТР**, если нужна позиция элемента, а не сам элемент. **Синтаксис:**

ПОИСКПОЗ(искомое_значение; проематриваемый_массив; тип_сопоставления)

Аргументы:

искомое_значение Значение, для которого ищется соответствие в аргументе **просматриваемый_массив.** Например, когда вы ищете номер телефона в телефонной книге, вы используете фамилию человека как **искомое_значение.**

Оно может быть значением (числом, текстом или логическим значением) или ссылкой на ячейку, содержащую число, текст или логическое значение

просматриваемый_массив

Непрерывный интервал ячеек, который возможно содержит искомые значения. **Просматриваемый_массив** может быть массивом или ссылкой на массив

тип_сопоставления

Число: -1, 0 или 1. **Тип_сопоставления** указывает, как Excel сопоставляет **искомое_значение** со значениями в аргументе **просматриваемый_массив**

Рассмотрим подробнее возможные варианты:

• Если **тип_сопоставления** равен 1, то функция поискпоз находит наибольшее значение, которое равно или меньше, чем **искомое_ значение (просматриваемый_массив** должен быть упорядочен по возрастанию: ...,.

-2, -1, 0, 1, 2, ..., A-Z, ЛОЖЬ, ИСТИНА).

• Если **тип_сопоставления** равен 0, то функция **поискпоз** находит первое значение, которое в точности равно аргументу **искомое_ значение** (**просматриваемый_массив** может быть расположен в любом порядке).

• Если **тип_сопоставления** равен -1, то функция **поискпоз** находит наименьшее значение, которое равно или больше, чем **искомое _значение** (**просматриваемый_массив** должен быть упорядочен по убыванию).

• Если **тип_сопоставления** опущен, то предполагается, что он равен 1.

Теперь рассмотрим следующий пример. Фирма еженедельно анализирует, как обстоят дела со сбытом одного из видов своей продукции и дает оценку: отличную ("о" — состояние 1), хорошую ("х" — состояние 2) или удовлетворительную ("у" — состояние 3). Необходимо принять решение о целесообразности рекламирования этой продукции с целью расширения ее сбыта.

Приведенные на рис. 10 в диапазонах B3.D5 и B6:D8 матрицы P^1 и P^2 определяют переходные вероятности без рекламы и при ее наличии в течение любой недели.

Так, $P^1_{22} = 0{,}5$ и $P^1_{23} = 0{,}5$ означает, что если в предыдущую неделю сбыт был хорошим, то и без рекламы на текущей неделе с равной вероятностью он останется хорошим или станет удовлетворительным. Соответствующие доходы заданы матрицами R^1 и R^2 в диапазонах E3:G5 и E6:G8. Отметим, что элементы матрицы R^2 учитывают затраты на рекламу. Необходимо спланировать оптимальную рекламную кампанию на последующие три недели. Для общности предположим, что план составляется на N недель, а число состояний для каждого этапа равно m. Пусть $f_n(i)$ — оптимальный ожидаемый доход за этапы n, n+1, ..., N при условии, что система находится в состоянии i в начале n-й недели.

Тогда:

$$f_{nn}(i) = \max\{ \sum_{j=1}^{m} P_{ij}^{k}(r_{ij}^{k} + f_{n+1}(i))\},\ n \in [1, N],$$

где $f_{N+1}(j)=0$ при всех j.

Пусть $$v_i^k = \sum_{j=1}^{m} p_{ij}^{k} r_{ij}^{k},$$

тогда

$$f_N(i) = \max_k \{v_i^k\},\ f_n(i) = \{v_i^k + \sum_{j=1}^{m} p_{ij}^{k} f_{n+1}(j)\}, n \in [1, N-1]$$

В ячейку 13 введена формула =СУММПР0ИЗВ(B3:D3;E3:G3)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Варианты	P(Вероятности)			R(Прибыль)				Ожидаемая прибыль		
2		o	x	y	o	x	y		Неделя 3	Неделя 2	Неделя 1
3	o	0,2	0,5	0,3	7000	6000	3000		5300	8030	10381
4	1 x	0	0,5	0,5	0	5000	1000		3000	4750	6868
5	y	0	0	1	0	0	-1000		-1000	-600	1125
6	o	0,3	0,6	0,1	6000	5000	-1000		4700	8190	10736
7	2 x	0,1	0,6	0,3	7000	4000	0		3100	5610	7923
8	y	0,05	0,4	0,55	6000	3000	-2000		400	2125	4222
9								Варианты			
10	i(состояние)	F(3,i)	k	F(2,i)	k	F(1,i)	k	1	5300	8030	10381
11	1	5300	1	8190	2	10736	2	2	4700	8190	10736
12	2	3100	2	5610	2	7923	2	1	3000	4750	6868
13	3	400	2	2125	2	4222	2	2	3100	5610	7923
14								1	-1000	-600	1125
15								2	400	2125	4222

Реклама

Рисунок 4.10 – Планирование рекламной компании.

вычисляющая v_I^1, которая протаскивается на диапазон 14:18 для вычисления vj,...,vf. В ячейки диапазона 110:115 последовательно введены формулы: =I3; =I6; = I4; =I7; =I5; =I8, упорядочивающие ожидаемые доходы по следующим парам: первое состояние без рекламы и при ее наличии, второе состояние без рекламы и при ее наличии и третье состояние без рекламы и при ее наличии.

В ячейки диапазона B11:B13 введены формулы соответственно: =МАКС(I10:I11); =МАКС(I12:I13); =МАКС(I14:I15), определяющие максимальную ожидаемую прибыль на третьей неделе, если на предыдущей неделе система находилась в первом, втором или третьем состоянии, соответственно. В ячейках диапазона C11:C13 по формулам соответственно: =ПОИСКПОЗ(B11;I10:I11;0);

=ПОИСКПОЗ(B12;I12:I13;0);

=П0ИСКПОЗ(B13;I14:I15;0)

определяется оптимальный вариант действий. Если 1, то деньги на рекламу не тратить, а если 2 — то тратить.

Перейдем ко второй неделе рекламной компании. В ячейку J3 введена формула

=I3+МУМНОЖ(B3:D3;$B$11:$B$13)

вычисляющая $v_I^1+\sum_{j=1}^{3} p_{Ij}^1 f_3(j)$,

которая протаскивается на диапазон J4: J8 для вычисления

$v_2^1+\sum_{j=1}^{3} p_{2j}^1 f_3(j), v_3^2+\sum_{j=1}^{3} p_{3j}^2 f_3(j)$.

В ячейки диапазона J10: J15 введены последовательно формулы: =J3; =J6; =J4; =J7; =J5; =J8, упорядочивающие ожидаемые доходы по следующим парам: первое состояние без рекламы и при ее наличии, второе состояние без рекламы и при ее наличии и третье состояние без рекламы и при ее наличии.

В ячейки диапазона D11:D13 введены формулы: =МАКС(J10:J11); =МАКС(J12:J13); =МАКС(J14 : J15), определяющие максимальную ожидаемую прибыль на второй неделе, если на предыдущей неделе система находилась в первом, втором или третьем состоянии, соответственно. В ячейках диапазона E11:E13 по формулам: =П0ИСКП03(D11;J10:J11;0); " =П0ИСКП03(D12;J12:J13;0); =П0ИСКП03(D13;J14:J15;0), определяется оптимальный вариант действий. Аналогично проводятся расчеты для первой недели.

Из рис. 10 видно, что на первой и второй неделях необходимо использовать рекламу, не считаясь с состоянием системы, однако, на третьей неделе рекламу следует использовать только тогда, когда система находится во втором или третьем состояниях. Суммарный ожидаемый доход фирмы составит 10736 при отличной оценке, 7923 — при хорошей и 4222 — при удовлетворительной оценке.

5. **Планирование штатного расписания**

Авиакомпании требуется определить, сколько стюардесс следует принять на работу в течение шести месяцев при условии, что любая из них должна пройти предварительную подготовку. Потребности в количестве человеко- часов летного времени для стюардесс известны: в январе — 8 000 в феврале - 9000, в марте - 8000, в апреле - 10000, в мае - 90000 и в июне -12 000.

Подготовка стюардессы к выполнению своих обязанностей занимает один месяц. Следовательно, прием на работу должен, по крайней мере, на один месяц опережать ввод стюардессы в строй. Кроме того, каждая стюардесса должна в течение месяца, отведенного на ее подготовку, пройти 100-часовую практику непосредственно во время полетов. Таким образом, за счет каждой обучаемой стюардессы в течение месяца освобождается 100 человеко-часов летного времени, отведенного для уже обученных стюардесс.

Каждая полностью обученная стюардесса в течение месяца может иметь налет до 150 часов. Авиакомпания в начале января уже имеет 60 опытных стюардесс. При этом ни одну из них не снимают с работы. Установлено также, что приблизительно 10% обучаемых стюардесс по окончании обучения увольняются по каким-либо обстоятельствам. Опытная стюардесса обходится авиакомпании в $800, а обучаемая — в $400 в месяц. Необходимо спланировать штат авиакомпании таким образом, чтобы минимизировать издержки за отчетные шесть месяцев.

Для данной задачи также можно разработать математическую модель, но ее удобнее проанализировать в более развернутой форме. Отведем диапазон ячеек B3:B8 под число новых стюардесс, принимаемых на работу с января по июнь (рис. 11).

В ячейку B2 введем число стюардесс, работающих в декабре. В диапазоне ячеек D3:D8 вычислим число стюардесс, постоянно работающих в текущем месяце, введя в ячейки D3 и D4 формулы: =B2;=D3+0.9*B3, и протаскивая последнюю из них на диапазон D5:D8. В диапазоне E3:E8 вычислим налет по месяцам, введя в ячейку E3 формулу =D3*$G$12+B3*$F$12
и протаскивая ее на диапазон E4:E8, где в ячейки F12 и G12 введены допустимый налет обучаемой и работающей стюардесс. В диапазоне F3:F8 вычислим затраты по месяцам, введя в ячейку F3 формулу =D3*$E$12+B3*$D$12 и протаскивая ее на диапазон F3:F8, где в ячейки D12 и E12 введены затраты на обучение и работу стюардессы. Вычислим

суммарные затраты за планируемый период в ячейке F9 по формуле =СУММ(F3:F8).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Месяц	Число новых стюардесс	Требуемое число, ч	Число постоянно работающих стюардесс	Фактическое число, ч	Затраты		
2	Декабрь	60						
3	Январь		8000	60	9000	48000		
4	Февраль		9000	60	9000	48000		
5	Март		8000	60	9000	48000		
6	Апрель		10000	60	9000	48000		
7	Май		9000	60	9000	48000		
8	Июнь		12000	60	9000	48000		
9					Итоговые затраты	288000		
10				Затраты на одну стюардессу		Разрешенный налет, ч		
11				Обучение	Работа	Обучение	Работа	
12				400	800	100	150	
13								

Стюардессы

Рисунок 11 – Исходные данные задачи о планировании штатного расписания

Теперь все готово, чтобы перейти к выбору команды **Сервис, Поиск решения** (Tools, Solver). Если в меню **Сервис отсутствует команда Поиск решения, то для ее установки необходимо выполнить команду Сервис, Надстройки, Поиск решения.** Заполним открывшееся диалоговое окно **Поиск решения** (Solver), как показано на рис. 12.

Результаты расчета оптимального штата стюардесс приведены на рис. 13.

Согласно этим расчетам фирма в последний месяц планового периода должна взять на обучение 17 новых стюардесс.

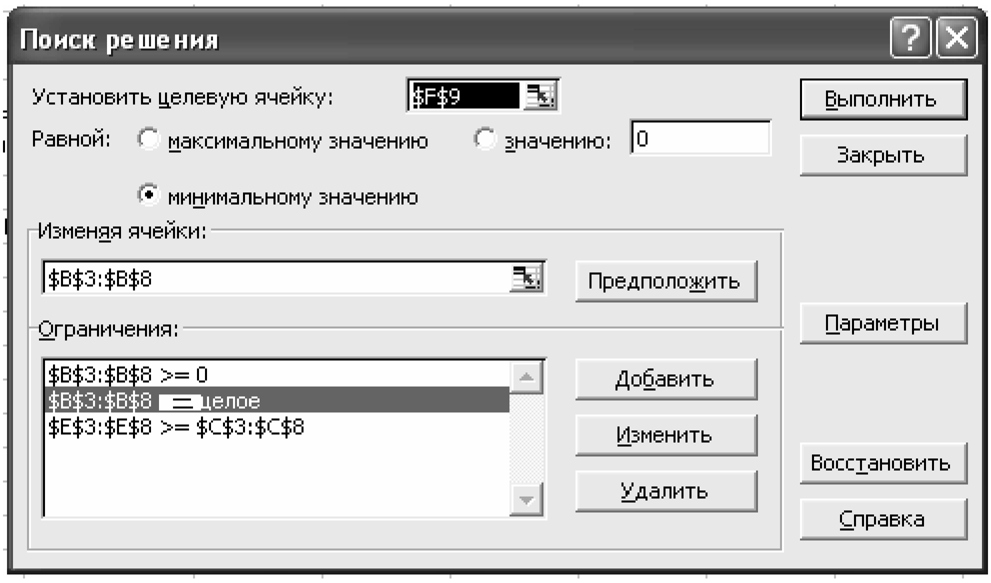


Рисунок 12 – Диалоговое окно **Поиск решения** задачи о планировании штатного расписания

Предположим, что авиакомпания по какой-то причине решила не брать в июне на обучение новых стюардесс. Тогда в поле **Ограничения** (Subject to the Constraints) диалогового окна **Поиск решения** (Solver) надо добавить B8=0. Оптимальное решение при таком дополнительном ограничении представлено на рис. 14, из которого видно, что оно приведет к временному повышению текущих затрат.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Месяц	Число новых стюардесс	Требуемое число, ч	Число постоянно работающих стюардесс	Фактическое число, ч	Затраты		
2	Декабрь	60						
3	Январь	0	8000	60	9000	48000		
4	Февраль	0	9000	60	9000	48000		
5	Март	0	8000	60	9000	48000		
6	Апрель	10	10000	60	10000	52000		
7	Май	0	9000	69	10350	55200		
8	Июнь	17	12000	69	12050	62000		
9					Итоговые затраты	313200		
10				Затраты на одну стюардессу		Разрешенный налет, ч		
11				Обучение	Работа	Обучение	Работа	
12				400	800	100	150	
13								

Стюардессы

Рисунок 13 – Результаты расчета с помощью средства поиска решений в задаче о планировании штатного расписания

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Месяц	Число новых стюардесс	Требуемое число, ч	Число постоянно работающих стюардесс	Фактическое число, ч	Затраты		
2	Декабрь	60						
3	Январь	0	8000	60	9000	48000		
4	Февраль	0	9000	60	9000	48000		
5	Март	0	8000	60	9000	48000		
6	Апрель	10	10000	60	10000	52000		
7	Май	13	9000	69	11650	60400		
8	Июнь	0	12000	81	12105	64560		
9					Итоговые затраты	320960		
10				Затраты на одну стюардессу		Разрешенный налет, ч		
11				Обучение	Работа	Обучение	Работа	
12				400	800	100	150	
13								

Стюардессы

Рисунок 14 – Решение задачи о планировании штатного расписания в том случае, если набор стюардесс на обучение в июне не производится

6. **Решение системы нелинейных уравнений**

Кроме оптимизационных задач, средство поиска решений позволяет находить решения систем нелинейных уравнений. Рассмотрим, как это делается на примере решения следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = 3 \\ 2x + 3y = 1 \end{cases} \qquad (5\text{-}1)$$

Напомним, что пара (x, *y)* является решением системы (5.1) тогда и только тогда, когда она является решением следующего уравнения с двумя неизвестными:

$$(x^2 + y^2 - 3)^2 + (2x + 3y - 1)^2 = 0 \qquad (5\text{-}2)$$

С помощью средства поиска решений вместо системы (5.1) будем решать равносильное ей уравнение (5.2). Отметим, что решением системы уравнений (5.1) являются точки пересечения окружности с радиусом, равным 3, и прямой. Следовательно, уравнение (5.2) имеет не более двух различных решений.

Определяемое решение нелинейной задачи зависит от начального приближения, удачный подбор которого очень важен. В данном случае локализовать корни можно, например, протабулировав левую часть уравнения (5.2) по переменным *x* и *y* на отрезке [-3, 3] с шагом 1,5. Результат табуляции приведен на рис. 15.

	A	B	C	D	E	F	G
1		-3,0	-1,5	0,0	1,5	3,0	
2	-3,0	481,0	200,3	85,0	74,3	229,0	
3	-1,5	237,1	74,5	16,6	2,5	93,1	
4	0,0	136,0	30,8	10,0	12,8	100,0	
5	1,5	117,1	8,5	4,6	44,5	189,1	
6	3,0	241,0	68,3	61,0	158,3	421,0	
7							

Лист1 / Табулирование функции (5.2)

Рисунок 15 – Результат табуляции левой части уравнения (5-2)

В ячейки A2:A6 и B1:F1 введены значения *x* и *y*, соответственно. В ячейку B2 введена формула

=($A2^2+B$1^2-3)^2+(2*$A2+3*B$1-1)^2

вычисляющая правую часть уравнения (5.2) при значениях x и y из ячеек A2 и B1, соответственно. Протащим эту формулу на диапазон B2:F6. Из рис. 15 видно, что за начальное приближение к корню разумно выбрать следующие пары значений (-1,5; 1,5), (1,5; 0) и (1,5; -1,5). Можно убедиться, что две последние пары начальных приближений с помощью средства поиска решений будут приводить к нахождению одного и того же решения.

Для нахождения первого корня отведем под переменные *x* и *y* ячейки A10 и B10, соответственно, и введем в них начальные приближения -1.5 и 1.5. В ячейку C10 введем формулу

=(A10^2+B10^2-3)^2+(2*A10+3*B10-1)^2

вычисляющую значение правой части уравнения (5.2) для этих значений неизвестных. Затем вызовем команду **Сервис, Поиск решения** (Tools, Solver).

В открывшемся диалоговом окне **Поиск решения** (Solver) в поле **Установить целевую ячейку** (Set Target Cell) вводим C10. В поле **Изменяя ячейки** (By Changing Cells) вводим диапазон ячеек A10:B10. В группе **Равной** (Equal To) установим переключатель в положение **Значению** (Value of), в поле ввода которого вводим 0. Не забудьте убедиться, что в диалоговом окне **Параметры поиска решения** (Solver Options) снят флажок **Линейная** модель (Assume Linear Model).

После нажатия на кнопку **Выполнить** (Solve) средство поиска решений находит решение, которое помещает в ячейки A10 и B10. В данном случае это будут значения -1.268 и 1.179. В ячейке C10 вычисляется значение правой части уравнения (5.2) при этих значениях неизвестных. Так как средство поиска решений находит решение приближенно, то в ячейке C10 в общем случае будет число отличное от нуля, но достаточно близкое к нему. В нашем примере это 8.89E—09, т. е. 8.89×10^{-9}. Если в ячейке C10 будет большое число, то решение найдено не верно.

Аналогично находится второе решение, используя начальное приближение (1,5;-1,5). Решением будут значения 1.576 и -0.717. Убедитесь, что начальное приближение (1,5; 0) приводит к тому же решению.

7. Задача о назначениях

Рассмотрим пример решения задачи о назначениях. Четверо рабочих могут выполнять четыре вида работ. Стоимости c_{ij} выполнения i-*м* рабочим j-й работы приведены в ячейках диапазона A1:D4 (рис. 16).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1	4	6	3			Стоимость работ =			0
2	9	10	7	9						0
3	4	5	11	7						0
4	8	7	8	5						0
5										0
6						0	0	0	0	
7										

Назначение

Рисунок 16 – Стоимости работ в задаче о назначениях

В этой таблице строки соответствуют рабочим, а столбцы — работам. Необходимо составить план выполнения работ так, чтобы все работы были выполнены, каждый рабочий был загружен только на одной работе, а суммарная стоимость выполнения всех работ была минимальной. Отметим, что данная задача является сбалансированной, т. е. число работ совпадает с числом рабочих. Если задача не сбалансирована, то перед началом решения ее необходимо сбалансировать, введя недостающее число фиктивных строчек или столбцов с достаточно большими штрафными стоимостями работ. Для решения данной задачи построим ее математическую модель. Пусть переменная x_{ij}= 1, если i-м рабочим выполняется j-я работа, и x_{ij}= 0, если i-*м* рабочим не выполняется j-я работа. Тогда модель имеет следующий вид:

минимизировать: $z = \sum_{i=1}^{4}\sum_{j=1}^{4} c_{ij}x_{ij}$, при ограничениях: $\sum_{i=1}^{4} x_{ij} = 1,\ j \in [1,4],$

$\sum_{j=1}^{4} x_{ij} = 1,\ j \in [1,4],$

$x_{ij} \in \{0,1\}, i \in [1,4],\ j \in [1,4].$

Для решения этой задачи с помощью средства поиска решений отведем под неизвестные диапазон ячеек F2:I5. В ячейку J1 введем целевую функцию

=СУММПР0ИЗВ(F2:I5;A1:D4)

вычисляющую стоимость работ. Введем формулы, задающие левые части ограничений (рис. 17).

	E	F	G	H	I	J
1			Стоимость работ =			=СУММПРОИЗВ(F2:I5;A1:D4)
2		1	0	0	0	=СУММ(F2:I2)
3		0	0	1	0	=СУММ(F3:I3)
4		0	1	0	0	=СУММ(F4:I4)
5		0	0	0	1	=СУММ(F5:I5)
6		0	0	0	0	
7		=СУММ(F2:F5)	=СУММ(G2:G5)	=СУММ(H2:H5)	=СУММ(I2:I5)	
8						

Назначение

Рисунок 17 – Левые части ограничении в задаче о назначениях.

Затем выберем команду **Сервис, Поиск решения** (Tools, Solver) и заполним открывшееся диалоговое окно **Поиск решения** (Solver), как показано на рис. 18.

Не забудьте в диалоговом окне **Параметры поиска решения** (Solver) установить флажок **Линейная** модель (Assume Linear Model). После нажатия кнопки **Выполнить** (Solve) средство поиска решений найдет оптимальное решение (рис. 19). Заметим, что флажок **Формулы** диалогового окна **Параметры** (Options), открываемого командой **Сервис, Параметры** (Tools, Options), обеспечивает отображение формул в ячейках, если они там находятся (рис. 17).

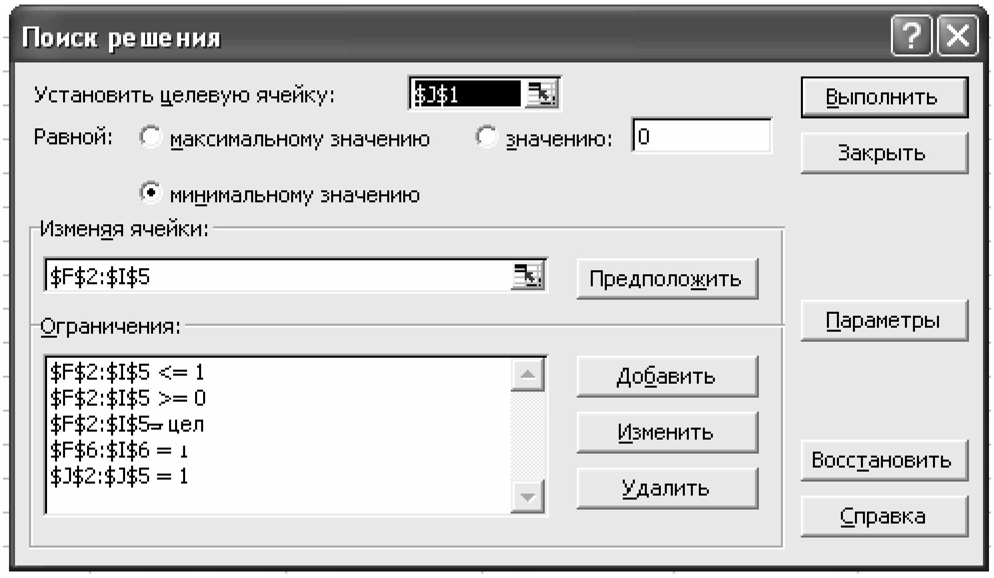


Рисунок 18 – Диалоговое окно **Поиск решения** задачи о назначениях.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1	4	6	3			Стоимость работ =			18
2	9	10	7	9		1	0	0	0	1
3	4	5	11	7		0	0	1	0	1
4	8	7	8	5		0	1	0	0	1
5						0	0	0	1	1
6						1	1	1	1	
7										

Назначение

Рисунок 19 – Оптимальный план работ в задаче о назначениях.

8.**Построение уравнения регрессии на примере линейной модели**

Рассмотрим решение задачи нелинейной оптимизации с помощью средства **поиска решений** на примере построения линейного уравнения регрессии. Имеются две наблюдаемые величины *x и y*, например, объем реализации фирмы, торгующей подержанными автомобилями, за шесть недель ее работы. Значения этих наблюдаемых величин приведены на рис. 20, где *x* — отчетная неделя, а *y* — объем реализации за эту неделю.

Необходимо построить линейную модель $y = mx + b$, наилучшим образом описывающую наблюдаемые значения. Обычно m и b подбираются так, чтобы минимизировать сумму квадратов разностей между наблюдаемыми и теоретическими значениями зависимой переменной *y*, т. е. минимизировать

	A	B	C	D	E	F
1	x	y	Теор. Значение y	m	b	
2	1	7	7,285714286	1,885714	5,4	
3	2	9	9	1,885714	5,4	1,771429
4	3	12	11			
5	4	13	13			
6	5	14	15			
7	6	17	17			
8						

Рисунок 20 – Исходные данные для построения линейной модели

$z = \sum_{i=1}^{n} (y_i - mx_i - b)^2$, где n — число наблюдений (в данном случае $n = 6$).

Для решения этой задачи отведем под переменные m и b ячейки D3 и E3, соответственно, а в ячейку F3 введем минимизируемую функцию {=СУММКВРАЗН(B2:B7;E3+03*A2:A7)}

Функция СУММКВРАЗН (SUMSQ) вычисляет сумму квадратов разностей для элементов указанных массивов.

Теперь выберем команду **Сервис, Поиск решения** (Tools, Solver) и заполним открывшееся диалоговое окно **Поиск решения** (Solver), как показано на рис. 21.

Отметим, что на переменные m и b ограничения не налагаются. В результате вычислений средство поиска решений найдет: m = 1,88571 и b = 5,400.

9.**Функции рабочего листа для уравнения линейной регрессии**

Параметры m и b линейной модели $y = mx+b$ из предыдущего раздела можно определить с помощью функций НАКЛОН (SLOPE) и ОТРЕЗОК (INTERCEPT). Функция НАКЛОН (SLOPE) определяет коэффициент наклона линейного тренда. Синтаксис:

НАКЛОН (известные_значения_y; известные_значения_x)

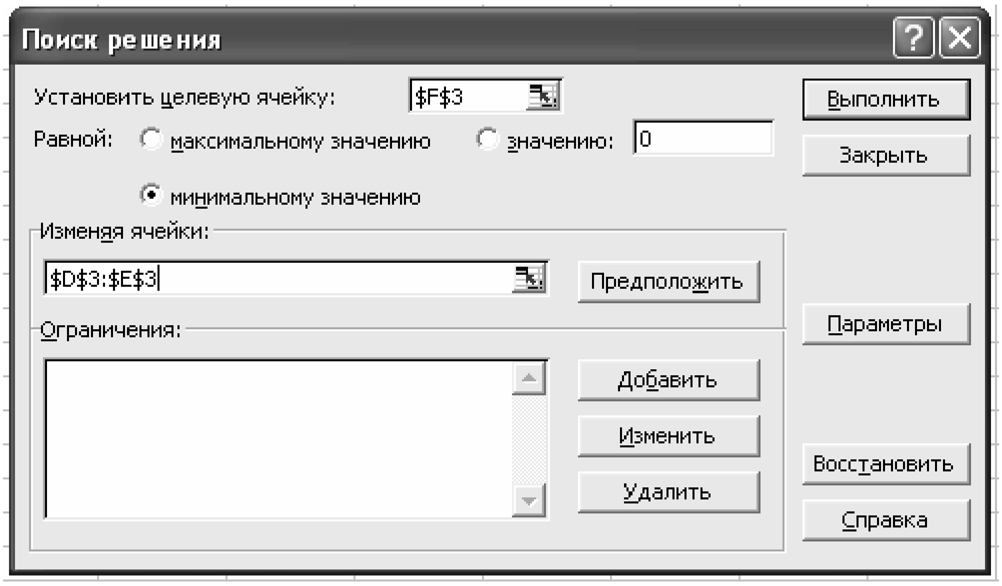


Рисунок 21 – Диалоговое окно **Поиск решения** для расчета уравнения регрессии

Функция ОТРЕЗОК (INTERCEPT) **определяет точку пересечения линии линейного тренда с осью ординат.**

Синтаксис: ОТРЕЗОК(известные_значения_x; известные_значения_y)

Аргументы функций НАКЛОН (SLOPE) **и** ОТРЕЗОК (INTERCEPT):

известные_значения_y – **Массив известных значений зависимой наблюдаемой величины**

известные_значения_x – Массив известных значений независимой наблюдаемой величины. Если аргумент известные значения_x опущен, то предполагается, что это массив {1; 2; 3;...} такого же размера, как и аргумент известные значения_y

Функции НАКЛОН и ОТРЕЗОК вычисляются по следующим формулам:

$$m = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i y_j - \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}, b = \bar{y} - m\bar{x}, где\, \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}, \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n}$$

В ячейках D2 и E2 (рис. 20) найдены *m и b*, соответственно, по формулам:

=НАКЛОН(B2:B7;A2:A7)
=0ТРЕЗОК(B2:B7;A2:A7)

Коэффициенты *m* и *b* можно найти и другим способом. Постройте точечный график по диапазону ячеек A2:B7, выделите точки графика двойным щелчком, а затем щелкните их правой кнопкой мыши. В раскрывшемся контекстном меню выберите команду **Линии тренда** (Trendline) (рис. 22)

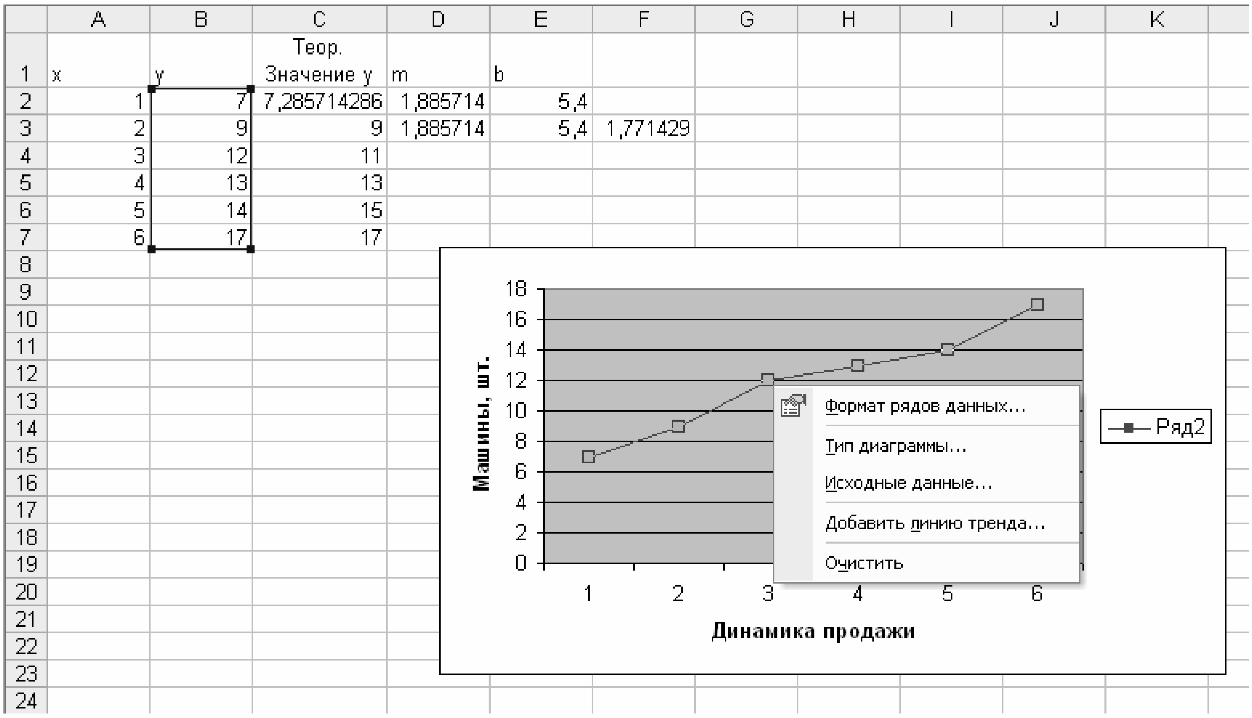


Рисунок 22 – Начало построения линии тренда

В диалоговом окне **Линия тренда** (Trendline) на вкладке **Тип** (Type) в группе **Построение линии тренда (аппроксимация и сглаживание)** (Trend/Regression type) выберите параметр **Линейная** (Linear) (рис. 23), а на вкладке **Параметры** (Options) установите флажки **Показывать уравнение на диаграмме** (Display Equation on Chart) и **Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2)** (Display R-squared) (т. е. на диаграмму необходимо поместить значение квадрата коэффициента корреляции) (рис. 24). По коэффициенту корреляции можно судить о правомерности использования линейного уравнения регрессии. Если он лежит в диапазоне от 0,9 до 1, то данную зависимость можно использовать для предсказания результата. Чем ближе к единице коэффициент корреляции, тем более обоснованно это указывает на линейную зависимость между наблюдаемыми величинами.

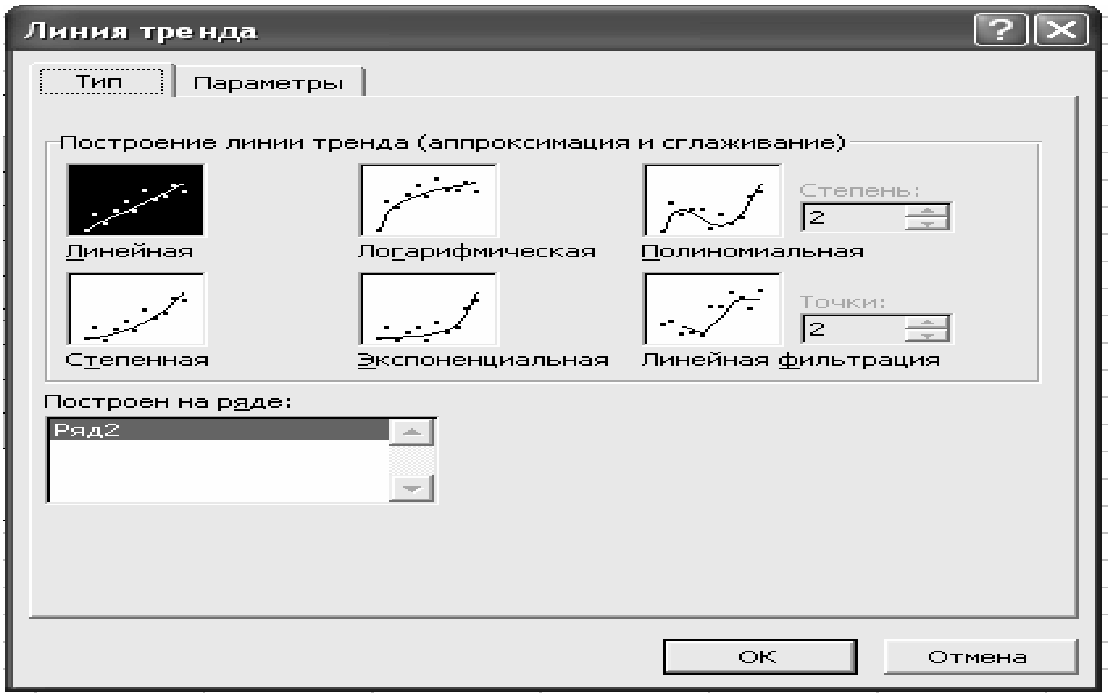


Рисунок 23 – Вкладка **Тип** диалогового окна **Линия тренда**.

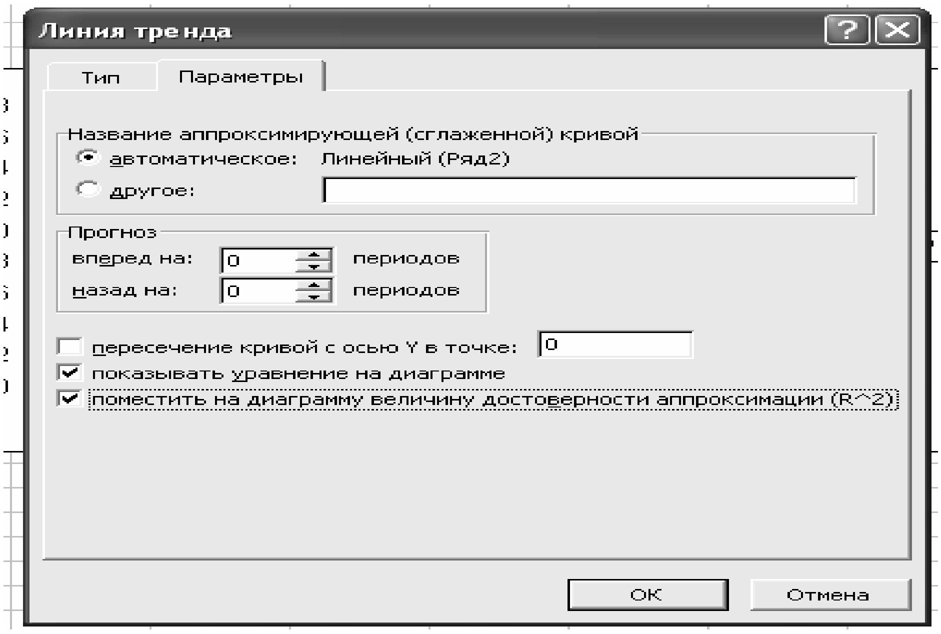


Рисунок 24 – Вкладка **Параметры** диалогового окна **Линия тренда.**

Если коэффициент корреляции близок к -1, то это говорит об обратной зависимости между наблюдаемыми величинами.

Флажок **Пересечение кривой с осью Y в точке** (Set Intercept) (рис. 24) устанавливается только в случае, если эта точка известна. Например, если этот флажок установлен и в его поле введен 0, это означает, что ищется модель $y = m*x$. Результат выполнения команды **Линии тренда** (Trendline) приведен на рис. 25

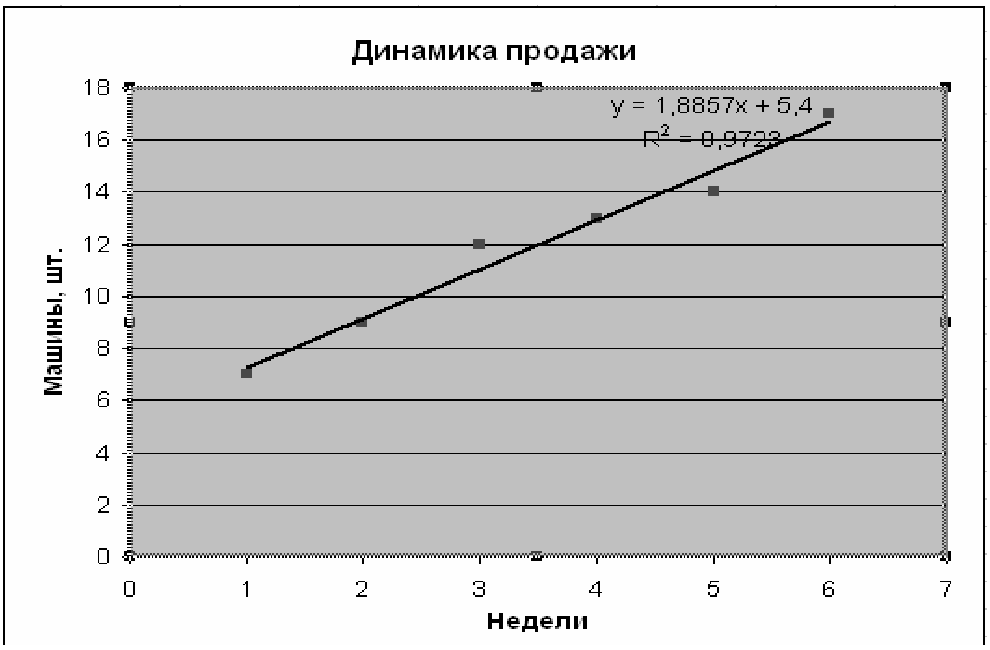


Рисунок 25 – График линии тренда

Как видно из рисунка, квадрат коэффициента корреляции равен 0.9723, следовательно, линейная модель может быть использована для предсказания результатов. На основе найденных коэффициентов уравнения регрессии можно определить теоретическое значение наблюдаемой величины y. Вычислим теоретическое значение y в ячейке С2 (рис. 5.24) при x из А2 по формуле

=$D$2*A2+$E$2

Однако теоретическое значение y в фиксированной точке можно вычислить и без предварительного определения коэффициентов линейной модели с

помощью функции ПРЕДСКАЗ (FORECAST).

Синтаксис: ПРЕДСКАЗ(t; известные_значения_y; известные_значения_x)

Аргументы:

t – Точка данных, для которой предсказывается значение. известные_значения_у – **Массив известных значений зависимой наблюдаемой величины.**

известные_значения_x – Массив известных значений независимой – наблюдаемой величины. Если аргумент известные_значения_x опущен, то предполагается, что это массив {1; 2; 3;...} такого же размера, как и массив известные_значения_у.

Например, теоретическое значение в ячейке С2 (рис. 5.24) можно также определить по формуле

=ПРЕДСКАЗ(A2;$B$2:$B$7;$A$2:$A$7)

Функция ТЕНДЕНЦИЯ (TREND) вычисляет значения уравнения линейной регрессии для целого диапазона значений независимой переменной, как для одномерного, так и для многомерного уравнения регрессии. Многомерная линейная модель регрессии имеет вид:

$y = m_1X_1 + ... + m_nx_n + b.$

Синтаксис: ТЕНДЕНЦИЯ (известные_значения_у; известные_значения_х; новые_значения_х; конст)

Аргументы:

известные_значения_у – Массив известных значений зависимой наблюдаемой величины

известные_значения_х – Массив известных значений независимой наблюдаемой величины. Если аргумент известные_значения_х опущен, то предполагается, что это массив {1; 2; 3;...} такого же размера, как и массив известные__значения_у

новые_значения_х – Новые значения *x*, для которых функция ТЕНДЕНЦИЯ возвращает соответствующие значения *y*

конст - Логическое значение, которое указывает, требуется ли, чтобы константа *b* была равна 0. Если аргумент конст имеет значение ИСТИНА или опущен, то *b* вычисляется обычным образом. Если конст имеет значение ложь, то *b* полагается равным 0

Если строится многомерная линейная модель, то аргументы известные зна-чения х и новые_значения_х должны содержать столбец (или строку) для каждой независимой переменной. Если аргумент новые значения х опущен, то предполагается, что он совпадает с аргументом известные_значения_х.

Функция ЛИНЕЙН (LINEST) возвращает массив $\{m_n, ...,m_1\backslash, b)$ значений параметров уравнения многомерной линейной регрессии.

Синтаксис: ЛИНЕЙН(известные_значения_у; известные_значения_х; конст; статистика)

Аргументы:

известные значения у - Массив известных значений зависимой наблюдаемой величины

известные_значения_х - Массив известных значений независимой наблюдаемой величины. Если аргумент известные_значения_х опущен, то предполагается, что это массив {1; 2; 3;...} такого же размера, как и известные_значения_у

конст - Логическое значение, которое указывает, требуется ли, чтобы константа b была равна 0. Если аргумент конст имеет значение ИСТИНА или опущен, то b вычисляется обычным образом. Если конст имеет значение ложь, то b полагается равным 0

статистика - Логическое значение, которое указывает, требуется ли вывести дополнительную статистику по регрессии, например, коэффициент корреляции. Если статистика имеет значение ИСТИНА, ТО функция

ЛИНЕЙН возвращает дополнительную регрессионную статистику. Если аргумент статистика имеет значение ложь или опущен, то функция ЛИНЕЙН возвращает только значения коэффициентов.

10. Экспоненциальная модель

Другой часто встречающейся на практике регрессионной моделью является экспоненциальная модель, которая описывается уравнением

$y=b*m^x$

Значения экспоненциального тренда можно предсказывать с помощью функции РОСТ (GROWTH).

Синтаксис: РОСТ (известные_значения_y; известные_значения_x; новые значения x; конст)

Аргументы:

известные_значения_y - Массив известных значений зависимой наблюдаемой величины.

известные_значения_x - Массив известных значений независимой наблюдаемой величины. Если аргумент **известные_значения_x** опущен, то предполагается, что это массив {1; 2 ;3; ...} такого же размера, как и **известные_значения_y.**

новые_значения_x - Новые значения *x*, для которых ТЕНДЕНЦИЯ возвращает соответствующие значения y

конст - Логическое значение, которое указывает, требуется ли, чтобы константа *b* была равна 0. Если аргумент конст имеет значение ИСТИНА или опущен, то b вычисляется обычным образом. Если конст имеет значение ложь, то полагается равным 0. Значения параметров экспоненциальной модели определяются с помощью функции ЛГРФПРИБЛ (LOGEST).

Синтаксис: ЛГРФПРИБЛ(известные значения y; известные значения x; конст; статистика)

Аргументы:

известные значения y - Массив известных значений зависимой наблюдаемой величины

известные_значения_x - Массив известных значений независимой наблюдаемой величины. Если аргумент **известные_значения_x** опущен, то предполагается, что это массив {1; 2; 3;...} такого же размера, как и **известные_значения_y**

конст - Логическое значение, которое указывает, требуется ли, чтобы константа *b* была равна 0. Если аргумент конст имеет значение ИСТИНА ИЛИ опущен, то b вычисляется обычным образом. Если конст имеет значение ложь, то *b* полагается равным 0

статистика - Логическое значение, которое указывает, требуется ли вывести дополнительную статистику по регрессии, например, коэффициент корреляции. Если статистика имеет значение ИСТИНА, то функция ЛИНЕЙН возвращает дополнительную регрессионную статистику. Если статистика имеет значение ложь или опущена, то функция ЛИНЕЙН возвращает только значения коэффициентов

Кроме того, одномерную экспоненциальную модель можно построить графически (рис. 23). На рис. 26 приведены результаты построения экспоненциального уравнения тренда продажи подержанных автомобилей за 7, 8 и 9-ю недели торговли (задача из рис. 20).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	x	y				m	b			
2	1	7	7,59	7,59	Функция ЛИНЕЙН	1,885714	5,4			
3	2	9	8,97	8,97	Функция ЛГРФПРИБЛ	1,181655	6,4			
4	3	12	10,60	10,60	Ln(m)	0,16692				
5	4	13	12,52	12,52						
6	5	14	14,80	14,80						
7	6	17	17,49	17,49						
8	7	18,60	20,66	20,66						
9	8	20,49	24,42	24,42						
10	9	22,37	28,85	28,85						
11		Линейный прогноз	Нелинейный прогноз	Преобразованный линейный прогноз						

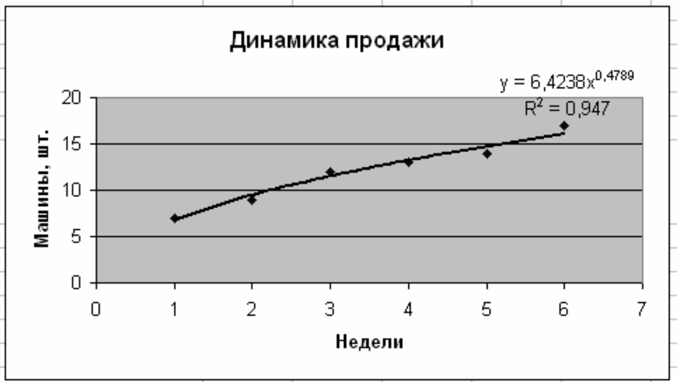


Рисунок 26 – Экспоненциальная линия тренда

В диапазоне ячеек B8:B10 введена формула построения линейного тренда {=ТЕНДЕНЦИЯ(B2:B7;A2:A7;A8:A10)} В диапазоне ячеек C2:C10 введена формула построения экспоненциального тренда {=РОСТ(B2:B7;A2:A7;A2:A10)}

Линейный и экспоненциальный тренды тесно связаны между собой. В диапазон ячеек D2:D10 введена формула

{=EXP(ТЕНДЕНЦИЯ(LN(B2:B7) ;A2:A7;A2:A10)) }

Как видно из рисунка, значения в диапазонах C2:C 10 и D2:D10 совпадают. В диапазоны ячеек F2:G2 и F3:G3 введены формулы

{=ЛИНЕЙН(B2:B7;A2:A7)}

{(=ЛГРФПРИБЛ(B2:B7;A2:A7)}

для определения параметров линейной и экспоненциальной моделей.

Квадрат коэффициента корреляции экспоненциальной модели равен 0,947 (рис. 26) и меньше квадрата коэффициента корреляции линейной модели (= 0,9923) (рис. 25). Таким образом, в данном примере линейная модель более достоверно описывает зависимость между наблюдаемыми величинами.

Упражнения для самостоятельной работы. 1. Составить отчетную ведомость реализации товаров n магазинами с месяца A по месяц B, приведенную на рисунке 3.

Вариант	A	B	n
1	Май	Декабрь	3
2	Июнь	Январь	4
3	Июль	Октябрь	5
4	Август	Январь	6
5	Сентябрь	Декабрь	7
6	Октябрь	Март	8
7	Ноябрь	Март	9
8	Декабрь	Июль	10
9	Январь	Июль	4
10	Февраль	Август	5

В качестве стоимостей товара введите произвольные трехзначные числа, а в качестве объемов их реализации – произвольные двузначные числа.

2.Задача о назначениях. Имеются n рабочих и m видов работ. Стоимость c_{ij} выполнения i-м рабочим j-й работы приведен в таблице, где рабочему соответствует строка, а работе столбец. Необходимо составить план работ так, чтобы все работы были выполнены, каждый рабочий был занят только на одной работе, а суммарная стоимость выполнения всех работ была бы минимальной.

Вариант 1.

Рабочие	Стоимость выполнения работ				
	3	6	2	5	11
	1	2	7	11	3
	5	12	11	9	1
	2	4	2	10	5
Виды работ					

Вариант 2.

Рабочие	Стоимость выполнения работ				
	1	3	6	5	7
	5	2	7	8	3
	3	5	1	9	2
	6	4	2	10	5
Виды работ					

Вариант 3.

Рабочие	Стоимость выполнения работ				
	9	4	8	5	7
	1	2	9	8	3
	3	8	1	9	2
	3	4	2	4	5
Виды работ					

Вариант 4.

Рабочие	Стоимость выполнения работ				
	8	6	2	5	3
	5	2	9	8	7
	3	8	1	9	10
	1	4	2	3	5
Виды работ					

3. Линейная оптимизационная задача.

Вариант 1. Предприятие электронной промышленности выпускает две модели радиоприемников, причем каждая модель производится на отдельной технологической линии. Суточный объем производства первой линии – 60 изделий, второй линии – 75 изделий. На радиоприемник первой модели расходуется 10 однотипных элементов электронных схем, на радиоприемник второй модели – 8 таких же элементов. Максимальный суточный запас используемых элементов равен 800 единицам. Прибыль от реализации одного радиоприемника первой и второй моделей равен 30 и 20 долларов, соответственно. Определить оптимальный суточный объем производства первой и второй моделей.

Вариант 2.Процесс изготовления двух видов промышленных изделий состоит в последовательной обработке каждого из них на трех станках. Время использования этих станков для производства данных изделий ограничено 10-ю часами в сутки. Время обработки и прибыль от продажи одного изделия каждого вида приведены в таблице1. Найти оптимальный объем производства изделий каждого вида.

Таблица1. Время обработки и прибыль от продажи одного изделия.

Изделие	Время обработки одного изделия, мин			Удельная прибыль, $
	Станок 1	Станок 2	Станок 3	
1	10	6	8	2
2	5	20	15	3

4.Система нелинейных уравнений. Найти все решения системы нелинейных уравнений.

Вариант 1. $2x^2+5y^2=3$
$5x+9y=3$

Вариант 2. $3x^2+4y^2=4$
$3x^2+4y=2$

Вариант 3. $5x^2+2y^2=4$
$2x+7y=1$

5. Уравнение регрессии. Построить линейную модель для двух наблюдаемых величин (например, объем реализованных фирмой подержанных автомобилей за указанное число недель).

Вариант 1.

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество машин	13	19	26	30	37	44	49	55

Вариант 2.

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество машин	9	16	20	27	34	39	44	52	64

Вариант 3.

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество машин	5	18	29	30	36	39	48	52	69	78

Вариант 4.

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество машин	19	26	30	47	54	69	74	82	94

Технический редактор – О.А. Прохорович

Отпечатано в типографии ФГОУ ВПО МичГАУ
Подписано в печать 1.06.05. г. Формат 60x84 $^{1}/16$,
Бумага офсетная № 1. Усл.печ.л. 1,98 Тираж 60 экз. Ризограф
Заказ №

Мичуринский государственный аграрный университет
393760, Тамбовская обл., г.Мичуринск, ул. Интернациональная, 101,
тел. +7 (07545) 5-26-35
E-mail: mgau@mich.ru